

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 34 18 854 A 1

⑤① Int. Cl. 4:
G 03 F 7/10
G 03 B 42/06

②① Aktenzeichen: P 34 18 854.1
②② Anmeldetag: 21. 5. 84
②③ Offenlegungstag: 21. 11. 85

DE 34 18 854 A 1

⑦① Anmelder:
Ernst Leitz Wetzlar GmbH, 6330 Wetzlar, DE

⑦② Erfinder:
Heitmann, Knut, Dipl.-Ing.; Hoppe, Martin, Dipl.-Min.
Dr.; Schneider, Eckart, 6330 Wetzlar, DE; Thaer,
Andreas, Dr.rer.nat., 6301 Leihgestern, DE

Erfindungsgeschichte

⑤④ Verfahren zur Erzeugung von Strukturen in Resistschichten

Ein Verfahren zur Erzeugung von Strukturen durch Polymerisation bzw. Depolymerisation von Resistschichten besteht darin, daß eine unvollständige Belichtung der Resistschicht entsprechend dem Muster der Strukturen erfolgt und durch Einstrahlung von Ultraschall die Struktur in der Resistschicht voll ausgebildet wird.

Für die Beschallung wird vorzugsweise ein akustisches Mikroskop verwendet, mit dem die Strukturbildung in der Resistschicht auch beobachtet werden kann.

DE 34 18 854 A 1

3418854

- 1 -

Pat St/Wi - 17.05.1984
A 2210

NACHGERECHT

PA 1-4

A n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Erzeugung von Strukturen durch Polymerisation bzw. Depolymerisation von Resistschichten
dadurch gekennzeichnet, daß
eine unvollständige Belichtung der Resistschicht
5 entsprechend dem Muster der Struktur erfolgt und
durch Einstrahlung von Ultraschall die Struktur in
der Resistschicht voll ausgebildet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gesamte Resistschicht integral beschallt wird.
10
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
die unvollständige Belichtung und die Beschallung
gleichzeitig von gegenüberliegenden Seiten der Resistschicht erfolgen.
15

4. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß die Resistschicht
mit einem fein gebündelten Ultraschallstrahl in ei-
ner rasterförmigen Abtastung beschallt wird.
- 5 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
unvollständige Belichtung und Beschallung nacheinan-
der erfolgen.
- 10 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
zur Beschallung ein akustisches Mikroskop verwendet
wird.
- 15 7. Verfahren nach Anspruch 6, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß die Strukturbildung
in der Resistschicht durch das akustische Mikroskop
bildlich dargestellt und das Ende der Beschallung in
Abhängigkeit von dem dargestellten Bild bestimmt
wird.
- 20 8. Verfahren nach Anspruch 7, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß eine selektive Be-
schallung einzelner Strukturelemente erfolgt.
- 25 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
die Schallfrequenz und die Intensität der Beschal-
lung in Abhängigkeit von der Linienbreite der Struk-

3418854

- 3 -

Pat St/Wl - 17.05.1984
A 2210

turelemente und der Schichtdicke der Resistschicht
bestimmt werden.



Patentabteilung

3418854

- 4 -

Pat St/Wi - 17.05.1984
A 2210

S. 4-8

Verfahren zur Erzeugung von Strukturen in Resistschichten

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung von Strukturen durch Polymerisation bzw. Depolymerisation von Resistschichten.

- Unter einem Resist soll hier eine Masse verstanden werden, die auf einer Substratoberfläche aufgebracht werden kann, um den von ihr bedeckten Teil zu maskieren, d.h. dem Angriff von z.B. Ätzmitteln, chemischen oder galvanischen Metallisierungsbädern usw. zu entziehen. Resiste, wie z.B. Fotolacke, haben die Eigenschaft, daß sich ihre Löslichkeit durch Belichtung mit UV-, Elektronen-, Röntgen- oder Ionenstrahlen ändert. Dabei kommt es entweder zur Bildung von Polymeren und deren Vernetzung (sog. Negativschicht) oder zum Aufbrechen von Polymeren und Überführen in niedermolekulare lösliche Verbindungen (sog. Positivschicht). Die Eigenschaft der Löslichkeitsänderung in den bestrahlten bzw. nicht bestrahlten Flächenbereichen wird ausgenutzt, um
- 5
- 10
- 15



Patentabteilung

3418854

- 5 -

Pat St/Wi - 17.05.1984
A 2210

durch nachfolgende chemische Entwicklungsprozesse ein Auswaschrelief auf der Substratoberfläche zu erzeugen.

Die fortschreitende Integrationsdichte bei integrier-
ten Schaltungen verlangt immer höhere Auflösung und
5 geringere Dimensionstoleranzen bei zunehmender Feld-
größe des Strukturbildes. Um diesen Forderungen gerecht
zu werden, wurden zusätzlich zum Standardverfahren der
Lithographie, der UV-Belichtung, neue lithographische
Verfahren mit Elektronenstrahlen, Röntgenstrahlen und
10 Ionenstrahlen entwickelt. Die mit diesen neuen Verfah-
ren ermöglichten geringeren Strukturbreiten in den Re-
sistschichten werden jedoch durch einige z.T. gravie-
rende Nachteile erkauft.

So hat z.B. die Elektronenstrahlbelichtung mit einem
15 direkt die Strukturen schreibenden Strahl den Vorteil
hoher Auflösung und geringerer Feldverzerrungen, ist
jedoch aufgrund der sehr langen Belichtungszeiten mei-
stens noch unwirtschaftlich. Während bei UV-Belichtung
ein 4''-Wafer innerhalb einiger Sekunden belichtet
20 werden kann, benötigt die Elektronenstrahlbelichtung
meist mehrere 10 Minuten. Durch Projektion einer Maske
mit Elektronenstrahlen kommt man zwar zu kürzeren Be-
lichtungszeiten von etwa 2 - 3 Minuten, erreicht dann
jedoch keine Höchstauflösung und hat den Nachteil der
25 erforderlichen speziellen aufwendigen Elektronenstrahl-
masken.

Auch die Röntgenlithographie erfordert meist lange Be-
lichtungszeiten von bis zu 15 Minuten pro 4''-Wafer.



Zudem sind hier nur Proximity-Projektionstechniken möglich, die extreme Anforderungen an die zu verwendenden 1:1-Masken stellen.

5 Der Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit dem sich die Belichtungszeiten der hochauflösenden lithographischen Verfahren bei Resistschichten, insbesondere Lackschichten, wesentlich reduzieren lassen.

10 Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens ergeben sich aus den Ansprüchen 2 bis 9.

15 Der Erfindung liegt die Beobachtung zugrunde, daß der Zeitfaktor bei den bekannten lithographischen Verfahren wesentlich durch den die Lackschicht durchdringenden Polymerisations- bzw. Depolymerisationsvorgang bestimmt wird. In überraschender Weise wurde gefunden, daß bereits eine "Anbelichtung" der Lackschicht aus-
20 reicht, um die gewünschte Struktur in ihr festzulegen und daß durch eine z.B. nachfolgende Einstrahlung von Ultraschall die "Durchbelichtung" der Lackschicht ohne Verringerung der ursprünglichen Auflösung bewerkstelligt werden kann. Mit Hilfe der bekannten lithographi-
25 schen Verfahren brauchen also lediglich die gewünschten Strukturen in der Lackschicht initiiert zu werden. Das führt zu einer erheblichen Verringerung der Prozeßzeiten für diese Apparaturen. Die zeitaufwendige Ver-



Patentabteilung

3418854

- 7 -

Pat St/Wi - 17.05.1984
A 2210

netzung bzw. Fragmentierung durch die gesamte Lackschichtdicke hindurch bis auf die Substratschicht wird auf die wesentlich leichter handhabbare Bestrahlung mit Ultraschall verlegt. Diese könnte z.B. integral
5 über die gesamte zu belichtende Fläche hinweg erfolgen und bereits während des lithographischen Prozesses einsetzen und auch von der Rückseite der Lackschicht her einwirken.

10 Besondere Vorteile ergeben sich jedoch, wenn ein fein gebündelter Ultraschallstrahl verwendet wird, der die Lackschicht rasterförmig abtastet. Zur Schallbündelung kann ein an sich bekanntes akustisches Linsensystem genommen werden, mit dem auch ein linienförmig fokussiertes Ultraschallstrahlenbündel erzeugt werden kann.

15 Da die lithographische unvollständige Belichtung und die Beschallung mit Ultraschall physikalisch voneinander unabhängig sind, können beide Verfahrensschritte zweckmäßigerweise zeitlich nacheinander und auch in unterschiedlichen Apparaturen durchgeführt werden. Be-
20 sonders vorteilhaft für die Durchführung des zweiten Verfahrensschrittes ist ein akustisches Mikroskop. Mit diesem kann auch die jeweils erreichte Vernetzung bzw. Fragmentierung sichtbar dargestellt werden, und zwar bevor die Resistschicht chemisch entwickelt wird. Da-
25 mit können auch Fehler in der Struktur erkannt und durch selektive, lokale intensivere Beschallung weitgehend korrigiert werden. Das Ende der Beschallung kann in Abhängigkeit von dem dargestellten Bild be-



Patentabteilung

3418854

- 8 -

Pat St/Wi - 17.05.1984
A 2210

stimmt werden.

Durch Beobachtung der Vernetzungs- und Fragmentierungsfortschritte in der Resistschicht mit Hilfe eines akustischen Mikroskops können auch die günstigsten Ultraschallfrequenzen und Intensitäten für die Beschallung
5 in Abhängigkeit von der Linienbreite, der Strukturelemente der Schichtdicke und dem speziellen Material des Resists bestimmt werden.

Die Ankopplung der Ultraschallstrahlen von der akustischen Linsenordnung zur Resistfläche geschieht in
10 bekannter Weise mit Hilfe eines zwischengeschalteten Immersionsmittels, wie z.B. Wasser.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Process for producing structures in resist layers using ultrasonic irradiation

Patent Number: US4612267
Publication date: 1986-09-16
Inventor(s): SCHNEIDER ECKHARD (DE); HEITMANN KNUT (DE); THAER ANDREAS (DE); HOPPE MARTIN (DE)
Applicant(s): LEITZ ERNST GMBH (DE)
Requested Patent: DE3418854
Application Number: US19850733188 19850513
Priority Number (s): DE19843418854 19840521
IPC Classification: G03F7/00; G03F7/02; G03F7/26
EC Classification: G03F7/039, G03F7/20, G03F7/36, G03F7/38
Equivalents: EP0163128, A3, JP60260042

Abstract

A process for the production of structures by the polymerization, or fragmentation of resist layers comprising the steps of effecting an incomplete exposure of the resist layer corresponding to the pattern of the structures, and of fully developing the structure in the resist layer by ultrasonic irradiation. An acoustic microscope is preferably used for the ultrasonic irradiation, whereby the formation of the structure in the resist layer may also be observed.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

Docket # AR-R17

Applic. # _____

Applicant: ANTON RODI

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480

Hollywood, FL 33022-2480

Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101